

## НОРМИРУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НПСИ, ПНТ, ПСТ

Класс точности 0.1



### Серия НПСИ

монтаж на DIN-рейку

НПСИ-ТС, НПСИ-ТП, НПСИ-110/150-ТП1, НПСИ-110/150-ТС1

Преобразование сигналов термопар и термосопротивлений

НПСИ-250/500-УВ1.1

Преобразование сигналов термопар, термосопротивлений и потенциометров

НПСИ-250/500-УВ1.2

Преобразование сигналов термопар, термосопротивлений и потенциометров, разветвление «1 в 2» токового сигнала (4...20) мА

НПСИ-200-ГРТП1/2/4

Гальваническая развязка токовой петли (4...20) мА, 1, 2, 4 канала

НПСИ-200-ГР1/ГР2

Гальваническая развязка токового сигнала (4...20) мА, 1, 2 канала

НПСИ-ДНТВ/ДНТН, НПСИ-200-ДН/ДТ

Преобразование действующих значений напряжения и тока

НПСИ-500-МС1, НПСИ-500-МС3

Измерение параметров однофазной и трёхфазной сети, RS-485

НПСИ-200-ГР1.2

Разветвление «1 в 2» токового сигнала (4...20) мА

НПСИ-230-ПМ10

Преобразование сигналов потенциометров

НПСИ-230-УНТ

Преобразование унифицированных сигналов напряжения и тока

НПСИ-ЧВ

Преобразование частоты, периода, длительности сигналов



- Программируемые функции, тип и диапазон измеряемых сигналов
- Сигнализация (опция)
- Гальваническая изоляция
- Отображение уровня сигнала на дисплее и бар-графе



### Серия ПСТ, ПНТ

монтаж в головку

ПСТ-a-Pro, ПНТ-a-Pro

Программируемый тип и диапазон преобразования

ПСТ-b-Pro, ПНТ-b-Pro

14 типов термопар

11 типов термосопротивлений

- Выходной сигнал и питание: токовая петля (4...20) мА

- бесплатная опытная эксплуатация
- гарантия на продукцию – 3 года



[www.contravt.ru](http://www.contravt.ru)  
+7 (831) 260-13-08  
[sales@contravt.ru](mailto:sales@contravt.ru)

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИЗ  
НИЖНЕГО НОВГОРОДА**



Реклама

# Нормирующие измерительные преобразователи: зачем и когда их следует применять?



Статья посвящена нормирующим преобразователям 4...20 мА, их роли и месту в современных системах управления технологическими процессами.

НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород

Практически все современные измерительные системы преобразуют сигналы в цифровую форму для дальнейшей передачи, обработки и хранения. Нормирующие преобразователи ведут преобразование в унифицированный сигнал, но интерес к ним по-прежнему не ослабевает. Как же взаимосвязаны эти два подхода? Почему сегодня применение нормирующих преобразователей по-прежнему целесообразно? Это вопросы, на которые мы постараемся ответить в данной статье.

## Понятие нормирующих измерительных преобразователей

Дадим определение. **Нормирующие измерительные преобразователи преобразуют сигналы или параметры сигналов в унифицированные сигналы тока и напряжения с нормированными метрологическими характеристиками.**

Обсудим подробнее каждый элемент этого определения. Прежде всего, нормирующие преобразователи работают как с сигналами, так и с параметрами сигналов.

Примерами сигналов могут служить сигналы термодпар, сигналы термосопротивления, унифицированные сигналы. Форма сигнала на выходе воспроизводит форму сигнала на входе.

Иная ситуация с параметрами сигналов. Это некоторые обобщенные характеристики сигналов. Например, напряжение в сети имеет форму синусоиды, а такой параметр, как среднеквадратичное значение (или действующее значение), характеризующий усредненные энергетические свойства сигнала, меняется совсем по-другому. Термин «нормирующий» делает акцент на том, что на выходе преобразователя формируются унифицированные сигналы тока или напряжения.

Только в этом случае мы называем преобразователь нормирующим. Самым распространенным сигналом является 4...20 мА. Причины большой популярности этого сигнала мы обсудим далее, а сейчас лишь отметим, что особенности именно этого сигнала делают нормирующие преобразователи такими полезными.

Наконец, последний аспект. Преобразователи являются измерительными, то есть представляют собой средство измерения. Это означает, что метрологические характеристики преобразователей нормированы. Приборы должны быть сертифицированы и зарегистрированы в Госреестре средств измерений.

## Место нормирующих измерительных преобразователей в системах изменения и управления

Какое место занимает нормирующий преобразователь в системе измерений и автоматизации? Традиционно в структуре систем автоматизации выделяют несколько уровней (рис. 1).

**Первый уровень** составляют первичные датчики и исполнительные

механизмы. Это полевой уровень, или уровень объекта. Первичные датчики преобразуют технологические параметры в электрические сигналы, которые поступают на **второй уровень**. Там они измеряются вторичными измерительными приборами: регуляторами, модулями ввода и контроллерами, регистраторами. Со второго уровня управляющие сигналы возвращаются на первый уровень и поступают на исполнительные механизмы.

В этой структуре появляются нормирующие преобразователи, которые занимают промежуточное положение между первым и вторым уровнями. Преобразование в цифру, о котором мы сказали вначале, происходит на втором уровне, а нормирующие преобразователи передают вверх и вниз аналоговые сигналы. И эти две функции не противоречат друг другу, а поддерживают и дополняют друг друга.

Физически нормирующие преобразователи могут размещаться как в месте расположения вторичных приборов, так и в области первого уровня (даже могут находиться внутри корпуса первичного преобразователя).



Рис. 1. Структура типовой системы автоматизации технологических процессов

Во втором случае к нормирующим преобразователям будут предъявляться жесткие требования по условиям эксплуатации: климатическим, механическим.

#### Когда нужно применять нормирующие измерительные преобразователи?

Приведем ряд признаков, при наличии которых в системе измерения следует поставить вопрос о необходимости и целесообразности применения нормирующих преобразователей:

- ▶ территориальная распределенность и, как следствие, длинные соединительные провода, которые оказывают негативное влияние на точность измерения;
- ▶ разнородные сигналы, затрудняющие использование многоканальных модулей измерения;
- ▶ оборудование различных производителей, что сопровождается разнообразием сигналов;
- ▶ неблагоприятная электромагнитная обстановка, приводящая к большим помехам на длинных линиях;
- ▶ такие условия эксплуатации в зоне размещения первичных датчиков, при которых помещать вторичные приборы в непосредственной близости просто нельзя. Особый случай, когда сигналы поступают из взрывоопасной зоны.

#### Зачем применять нормирующие преобразователи?

Перейдем к главному вопросу. Зачем же все-таки нужны нормирующие преобразователи? Почему в некоторых случаях целесообразно вводить промежуточный уровень? Какие функции и свойства нормирующих преобразователей так необходимы?

Мы выделяем как минимум 11 причин, почему следует применять нормирующие преобразователи. И этот перечень, очевидно, неполный:

- 1) унификация разнородных сигналов;
- 2) кондиционирование сигналов;
- 3) снижение влияния помех на слабые сигналы;
- 4) преобразование подобных сигналов в подобные;
- 5) гальваническая изоляция;
- 6) размножение сигналов;
- 7) сигнализация на переднем крае без участия контроллеров;
- 8) обнаружение обрывов линии связи;

9) передача на большие расстояния, экономия;

10) различные зоны размещения оборудования (климатика, механика);

11) обеспечение искрозащиты цепи во взрывоопасной зоне.

#### Унификация разнородных сигналов

Унификация разнородных сигналов – одна из наиболее распространенных причин.

На рис. 2 приведен пример системы измерения различных сигналов (и, обращаем внимание, параметров сигналов) с помощью простейшей (а значит, и дешевой) многоканальной платы ввода токового сигнала 4...20 мА. Такая плата может не иметь не только индивидуальной, но даже групповой гальванической развязки. Для каждого вида сигналов не требуется своей платы ввода. Это пример того, как нормирующие преобразователи берут на себя все сложности работы

с большим разнообразием первичных сигналов и сводят это разнообразие к сигналам одного вида.

Таким образом, происходит упрощение, разгрузка и удешевление вторичных приборов, а также оптимизируется работа с большим разнообразием сигналов.

#### Кондиционирование сигналов

Решая задачу унификации, нормирующие преобразователи берут на себя функцию кондиционирования сигналов. На рис. 3 показаны примеры кондиционирования сигналов термопар и термометров сопротивления.

Кондиционирование сигналов означает аппаратную и программную реализацию метода измерения данного сигнала, первичную обработку сигнала, отработку аварийных ситуаций (например, обрыв датчика), преобразование в унифицированный сигнал.



Рис. 2. Унификация разнородных сигналов

#### Кондиционирование сигналов

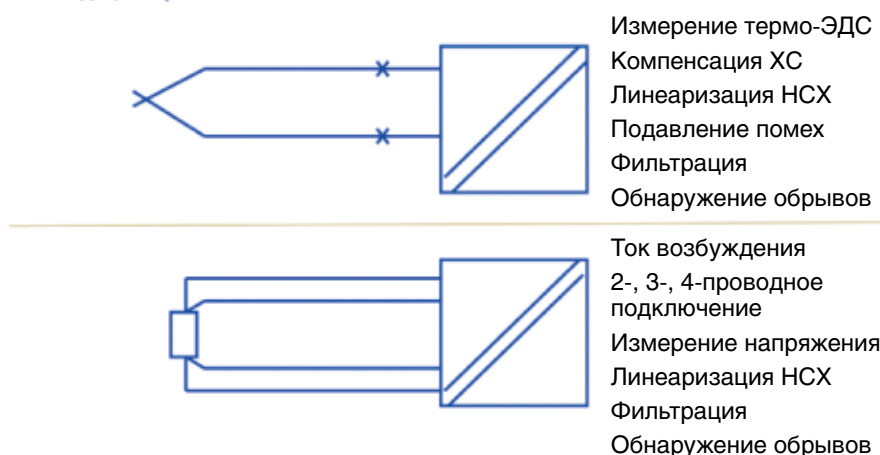


Рис. 3. Кондиционирование сигналов

Первичная обработка предполагает усиление слабого сигнала, подавление помех частотой 50 Гц нормального и общего вида, линейризацию номинальной статической характеристики, низкочастотную фильтрацию (усреднение).

Поясним принцип отработки аварийных ситуаций на примере токового сигнала 4...20 мА. Если происходит обрыв датчика, нормирующий преобразователь переводит выходной ток в значения 3,8 мА или 21,5 мА (аварийный уровень может задаваться). Эти значения лежат за пределами линейного участка. Вторичный измерительный прибор легко распознает эти значения и трактует их как аварийные ситуации.

Итак, нормирующие преобразователи реализуют метод измерения «сложного» сигнала или его параметров, подготавливают его для передачи на большие расстояния, упрощают вторичный уровень, снижают вычислительную нагрузку на него. Все это в совокупности повышает качество сигналов и снижает стоимость второго уровня.

#### Снижение влияния помех на слабые сигналы

Необходимо отметить одно важное обстоятельство, справедливое для упомянутых слабых сигналов термопар и термосопротивлений. Типичный уровень этих сигналов составляет десятки **милли**вольт, при этом погрешность измерения не должна превышать десятков **микр**овольт. Вторичные измерительные приборы имеют большие входные сопротивления. Поэтому электромагнитные наводки частотой 50 Гц, возникающие в промышленных условиях, могут достигать единиц и даже десятков вольт. Если не применять нормирующие преобразователи, то проблема измерения слабых сигналов с точностью до десятков микровольт на фоне помех в десятки вольт ложится на вторичные измерительные приборы.

Что дает применение нормирующих преобразователей?

Во-первых, их располагают в непосредственной близости к датчикам, в идеале — в соединительной головке. Это значит, что участок цепи от чувствительного элемента до нормирующего преобразователя становится предельно коротким, электромагнитные

#### Снижение влияния помех на слабые сигналы

#### Передача на большие расстояния, экономия

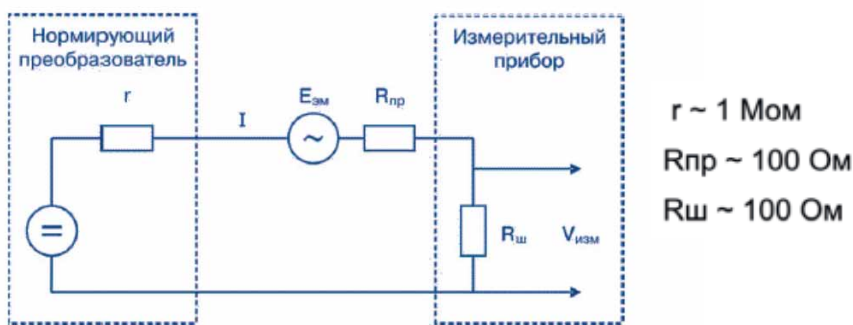


Рис. 4. Нормирующий преобразователь улучшает аналоговый сигнал и упрощает подавление помех на втором уровне системы

помехи на такой короткой «антенне» становятся малыми. В самом нормирующем преобразователе реализованы аппаратные и программные методы подавления помех.

Во-вторых, нормирующий преобразователь усиливает слабый сигнал, преобразует его в ток 4...20 мА, и уже этот сильный токовый сигнал передается на большое расстояние к вторичным приборам. Токковый сигнал меньше подвержен влиянию электромагнитных помех. Помехи, несмотря на большую длину линии, будут невелики, поскольку малое сопротивление вторичного прибора, измеряющего ток, нагружает «антенну» и гасит помехи.

Таким образом, нормирующий преобразователь улучшает аналоговый сигнал, упрощает подавление помех на втором уровне системы (рис. 4).

Применение токового сигнала на выходе нормирующего преобразователя снижает влияние не только помех, но и соединительных проводов на точность измерения. Токковый сигнал на выходе нормирующего преобразователя формирует генератор

тока с большим выходным динамическим сопротивлением. Это сопротивление настолько велико, что паразитные сопротивления соединительных проводов практически не влияют на величину токового сигнала. Дополнительная погрешность, вызванная влиянием проводов с сопротивлением 100...200 Ом, обычно не превышает 0,01...0,05%.

В итоге за счет применения нормирующих преобразователей снижаются требования к длинным соединительным проводам, а точность измерения повышается. Длинные линии не только собирают электромагнитный мусор и своим сопротивлением влияют на погрешность измерения, они еще и дорогие. Для термопар требуется дорогой компенсационный провод, для термосопротивлений — трех- или четырехпроводка.

Из сказанного выше следует, что с точки зрения точности измерения требования к длине и диаметру соединительных проводов, используемых для передачи токовых сигналов, не являются жесткими. Кроме того, токовый сигнал 4...20 мА не только передает полезный сигнал, но и обес-

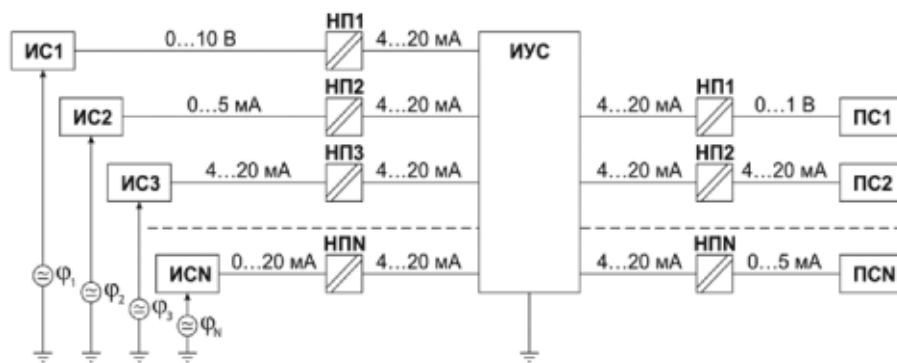


Рис. 5. Преобразование подобных сигналов в подобные и гальваническая изоляция

печивает одновременно питание устройства. Тока 3,5 мА достаточно для питания современных электронных устройств.

Применение нормирующих преобразователей при передаче сигналов на большие расстояния оказывается экономически выгодным. Например, отказ от компенсационного провода экономически оправдан при длине 20...30 м.

**Преобразование подобных сигналов в подобные и гальваническая изоляция**

Схема на рис. 5 продолжает тему унификации сигналов. Мы определили, что нормирующие преобразователи всё преобразуют в унифицированные сигналы. Но все представленные на рисунке сигналы уже унифицированные. Это значит, что в источники сигналов (в первичные датчики) уже встроены нормирующие преобразователи. Зачем же ставить еще один преобразователь?

Первая причина заключается в том, что унифицированный сигнал одного типа и диапазона нужно преобразовать в унифицированный сигнал другого типа и диапазона. Дело в том, что все сигналы здесь хоть и относятся к классу унифицированных, но они все разные. Можно образно сказать, что здесь требуется преобразование подобного в подобное. Такое встречается, когда в системе представлено большое разнообразие оборудования, особенно разных производителей. Общая тенденция такова, что современное оборудование преимущественно ориентировано на ток 4...20 мА, но устаревшее оборудование может использовать и ток 0...5 мА, и напряжение 0...10 В.

Вторая причина – необходимость гальванической развязки. Такая потребность возникает прежде всего в тех случаях, когда многоканальная измерительная система работает с изолированными источниками сигналов, находящимися под разными потенциалами. Как известно, в промышленных условиях даже заземленные источники, но расположенные на некотором удалении друг от друга, находятся под разными потенциалами частотой 50 Гц, обусловленными электромагнитным наводками от силовых цепей. Гальваническая развязка решает эту проблему: она полностью устраняет влияние разности постоянных

потенциалов и значительно подавляет переменные наводки частотой 50 Гц. Кроме того, гальваническое разделение предохраняет измерительные цепи от высокочастотных помех, которые вызваны короткими импульсами тока в силовых цепях. Такие импульсы

возникают при работе сварочных аппаратов, индукторов, частотных преобразователей, тиристорных коммутаторов, а также при грозовых разрядах.

Очевидно, что гальваническую развязку следует реализовывать на стороне вторичных приборов. Это



Рис. 6. Задача разветвления (размножения) сигналов

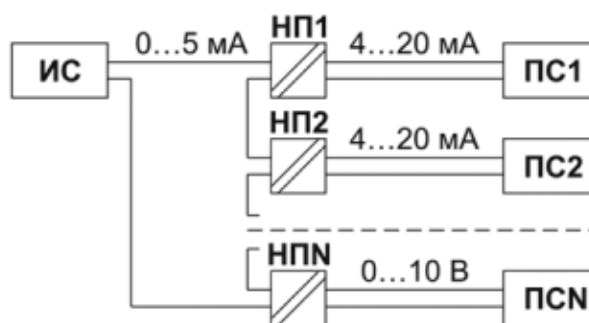


Рис. 7. Разветвление (размножение) токового сигнала

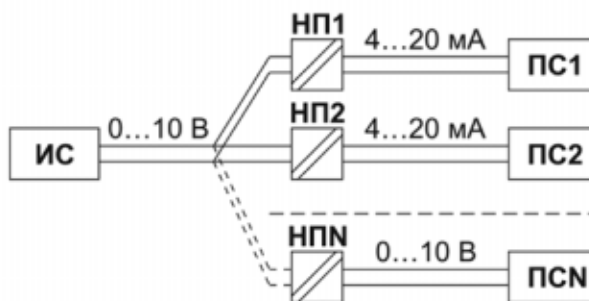


Рис. 8. Разветвление (размножение) сигнала напряжения

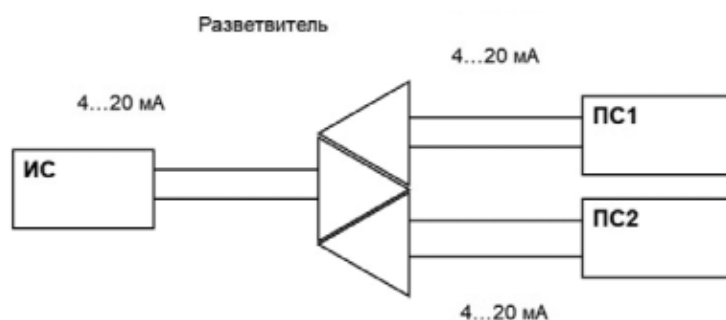


Рис. 9. Размножение (разветвление) сигнала специальным преобразователем-разветвителем

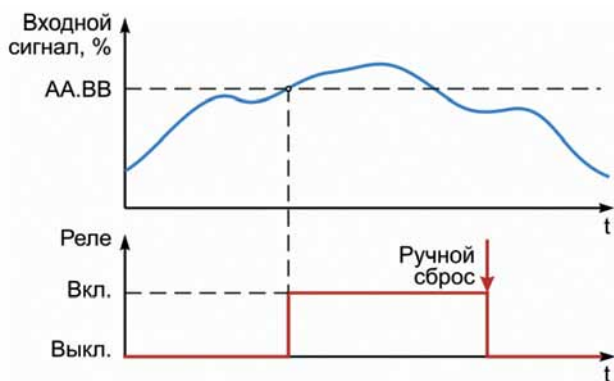


Рис. 11. Сигнализация с защелкой

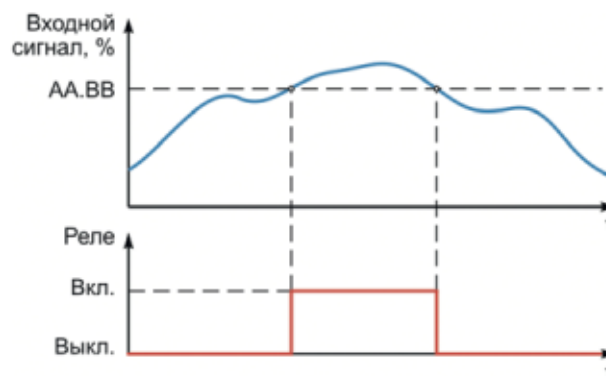


Рис. 10. Сигнализация без защелки

одна из причин применения двух преобразователей в одной линии.

#### Размножение сигналов

Задача разветвления унифицированных сигналов возникает, когда необходимо сигнал от одного источника (датчика) передать двум (и более) потребителям, например, в систему регулирования и одновременно в систему регистрации (рис. 6).

Здесь также является актуальной гальваническая развязка сигналов, причем не только между входом и выходом, но и между выходами. Представим три варианта решения этой задачи.

► Первый вариант показывает, как размножить токовый сигнал в несколько разных унифицированных сигналов с гальванической развязкой всех цепей. Для решения задачи несколько преобразователей включены последовательно по входу. Тип и диапазон выходного сигнала программируются в преобразователе (рис. 7).

► Второй вариант аналогичен первому с тем лишь различием, что входным является сигнал напряжения. Поэтому преобразователи следуют включать параллельно по входу (рис. 8).

► Наконец, в третьем случае представлено решение в виде специального преобразователя-разветвителя. В этом варианте происходит преобразование без трансформации типа сигнала, то есть ток 4...20 мА разветвляется в два тока 4...20 мА (рис. 9).

#### Сигнализация на переднем крае без участия контроллеров

Нормирующие преобразователи занимают промежуточное положение между двумя уровнями системы. Они максимально приближены к источникам сигналов. Вполне естествен-

но возложить на них контроль уровня сигнала.

В случае выхода измеренного сигнала за допустимые пределы должна срабатывать сигнализация. Поскольку сигнализация реализуется на самом переднем крае, без участия даже второго уровня, то надежность системы повышается (рис. 10).

На графике на рис. 11 представлена работа сигнализации с функцией защелки. Сигнализация не возвращается в исходное состояние, даже если сигнал вернулся в допустимый диапазон. Возврат осуществляется путем ручного квитирования.

Такая функция позволяет отслеживать даже редкие и короткие выбросы и извещать об этом персонал. После анализа ситуации и выполнения мер, предусмотренных технологическим регламентом, персонал может вручную снять аварийный сигнал и перевести прибор в состояние готовности.

Применение нормирующих преобразователей с токовым выходом 4...20 мА позволяет обнаруживать на вторичном уровне обрыв линий связи как до нормирующего преобразователя, так и после него, то есть на всем пути прохождения сигнала. Все это в совокупности способствует повышению надежности системы.

#### Широкая номенклатура нормирующих преобразователей НПФ «КонтрАвт»

Научно-производственная фирма «КонтрАвт» — российский разработчик и производитель средств и систем автоматизации и управления технологическими процессами из Нижнего Новгорода выпускает более 25 различных моделей нормирующих измерительных преобразователей под разные типы задач. Нормирующие преобразователи НПФ «КонтрАвт» можно клас-

сифицировать по следующим признакам:

- по типам измеряемых сигналов или параметров сигналов:
  - сигналы термопар и термопреобразователей сопротивления;
  - унифицированные сигналы тока и напряжения;
  - действующие значения сигналов переменного и постоянного тока и напряжения;
  - частота, период, длительность импульсных и аналоговых сигналов;
- по конструктивному исполнению и способу монтажа:
  - монтаж на DIN-рельс 35 мм;
  - монтаж в соединительную головку типа В (DIN 43729);
- по наличию гальванической изоляции:
  - без гальванической изоляции;
  - с гальванической изоляцией;
- по наличию сигнализации при достижении заданного уровня выходного сигнала (для измерительных нормирующих преобразователей НПСи):
  - без сигнализации;
  - с сигнализацией;
- по напряжению и типу электропитания:
  - питание от сети в диапазоне 85...265 В;
  - питание в диапазоне 10...36 В;
  - питание от токовой петли 4...20 мА.

Более подробная информация по нормирующим преобразователям представлена на официальном сайте производителя [www.contravt.ru](http://www.contravt.ru).

А. Г. Костерин, генеральный директор, НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород, тел.: +7 (831) 260-1308, e-mail: [sales@contravt.ru](mailto:sales@contravt.ru), сайт: [www.contravt.ru](http://www.contravt.ru)